

膝关节疾病计算机辅助诊断方式研究浅谈

鹿猛, 葛飞

(厦门大学通信工程系, 福建厦门 361005)

摘要: 计算机智能的发展为膝关节疾病的诊断提供了新的诊断方式, 克服了传统诊断方式一些缺点。本文就膝关节摆动信号处理过程技术进行汇总, 对未来的发展方向进行展望。

关键词: 膝关节; 膝关节摆动信号; 计算机辅助诊断; 模式识别; 计算机智能; 信号分段

中图分类号: R445.1

文献标识码: A

文章编号: 1007-9599 (2013) 02-0081-02

膝关节疾病在人群中的发病率特别高。目前的临床诊断方式有以关节镜入侵检测为代表的入侵性检测与MR, DR, CT影像为代表的非入侵性检测的诊断方式。入侵性检测对患者而言特别疼痛, 并需要多次检测进行判决。非入侵性检测需要放射性诊断, 流程复杂, 并需要大量的人工操作与分析。一种克服传统诊断方式弊端, 简化诊断过程的膝关节诊断方式提出, 过程为: 信号收集; 信号预处理; 特征提取; 模式分类; 得出初步诊断结果。下面分别对过程简介。

1 膝关节摆动信号与信号收集

膝关节在伸展或弯曲时, 内外关节组织会发出微弱的摆动音频信号, 是一种复杂的非平稳信号, 这就是膝关节摆动信号(VAG)^[1]。正常的关节表面是较光滑的, 在活动时只发出轻微的声音; 患有骨关节炎或增殖性关节炎等疾病的关节病患者, 软骨组织会有一定程度的损坏, 在活动时摩擦产生较多的杂音。众多文献表明, 膝关节摆动信号可被用来表征膝关节软骨的状态。VAG的采集将加速器放在受测者膝关节髌骨中部, 让受测者从水平状态向下弯曲至大约135度, 在伸展回水平状态。采集过程中保持以膝关节为中心轴角速度恒定。

2 信号预处理方式与特征提取

VAG测量得到的信号会引入肌电摆动信号(VMG), 随机噪声。肌肉收缩干扰(MCI)是辅助诊断的主要障碍。Krishna的实验表明进行特征提取前MCI去除不是必要的, 甚至产生负面影响。去除噪声的预处理方式有两部分: 第一部分去除由肌肉运动产生的基线噪声干扰, 处理方法是利用时延滑动平均滤波器(Moving average filter)进行处理^[2]; 第二部分为去除VAG信号中的噪声, 有匹配追踪去噪, 小波滤波方法以及提出的一种以最小能量化为原则的自适应滤波器模型。VAG噪声需要建立一种新型评价方法。比较算法效率, 去噪性两种效果而言, 自适应滤波器的效果最好^[3]。

3 特征提取

特征分为全局特征与局部特征。全局统计需要对整个信号进行分析, 局部特征适用于分段信号。信号分段有两种: 一种是人为方式, 适用于有固定类型的VAG信号; 另外一种是自适应分段。局部特征提取方法类似于全局特征。传统分析方式及有临床分析, 时域与频域分析。为简化信号处理与决策过程, Rangayyan和Wu提出一种基于参数非参数方法统计模型去描述VAG信号^[1]。异常的VAG信号波动性比较强。

统计方法关注的是信号的波动特征。应用的特征有波形参数(FF)、偏斜度(S)、峰度(K)、信息熵(H)、转向计数(TC)与均方值方差(VMS)。Wu利用芝加哥大学的接受者操作特征(ROC)与Fisher线性判决对单一的特征进行分析^[4]。结果显示波形系数、偏斜度与均方值特征比峰度、信息熵、转向系数特征包含等多的分类信息。局部特征可以使用ROC分析, 找出包含较多分类信息的特征。VAG的全局特征与局部特征结合使用有更好的效果。

4 模式分类

提取出特征后, 接下来设计适应的分类算法。以下简称几种使用过的分类器。

Tavathia提出一个用于自适应分段和VAG信号特征的线性预测模型, 提取分段后的能量与带宽作为分类特征, 表明可以使用特征区分正常与异常的信号; Rangayyan和Wu提出的一种使用径向基函数的神经网络算法(RBFN), 分类器使用的特征有FF、TC、VMS、U、D等统计信号特征。RBFN的分类准确率达到81.72%; Mu提出使用TC与整个过程中VMS为特征的RBFN, 准确率提高到85.7%; Wu提出一种利用数学统计特征并基于人工神经网络的多分类模式系统^[5], 人工神经网络是由一组由最小二乘法为支持向量机(SVM)核心函数线性与标准组合, 分类系统可以有效的降低均方MSE方面的误差。

5 定性的诊断结果

模式分类后, 可以初步确定提取特征对应区域的信号是否正常。

6 结论与未来发展趋势

文章主要讨论了最近出现的诊断过程中出现的一些新的技术算法。目前的VAG信号分析的技术算法极大的提高了膝关节疾病的分析与诊断的效率, 但在临床诊断方面的价值不大。作为人体最大最复杂关节, 膝关节的关节软骨损伤非常复杂, 关节运动模式尚未完全清晰, 这些都阻碍了辅助诊断的应用。

为将诊断方法应用于临床, 未来的研究应该在如何更有效的去噪, 自适应分段, 提取更有甄别性的全局与局部特征, 与更设计性能更好的分类器。应该结合膝关节运动模型与临床医学的诊断经验与知识相结合, 建立一个膝关节的诊断模型, 让临床应用成为现实。

参考文献:

[1] Yunfeng Wu, 1 Sridhar Krishnan, 1 & Rangaraj M.

(下转83页)

信号模块采用S7-300的安全模块。输入输出信号模块的电源分开,输入信号模块的电源不得经过中间继电器,采用UPS电源,当出现急停故障时,输入电源还在,可以监视输入信号,便于查找故障。在人机界面上设置急停按钮的状态监控,可以快速确定急停位置,迅速恢复生产。输出信号模块的电源经过急停中间继电器,当出现急停故障时,切断模块电源,所有输出全部断电,该区域所有设备处于安全方式,防止故障扩大。在急停CPU对程序的处理结果通过输出模块给到中间继电器,然后再送至各个区域的中间继电器通过无源触点给各用电设备。安全起见,中继也采用了西门子的安全继电器。

3.2 硬件组态及组件功能

(1) 中央处理器:CPU315F-2 DP型号6ES7 315-6FF01-0AB0执行用户程序,为S7-300背板总线提供电源,通过DP接口与其他PLC的CPU进行通信。

(2) 接口模块:IM365SEND+IM365RECEIVE型号6ES7 365-0BA01-0AA0用于连接两个机架。

(3) 数字量输入模块:SM326 DI24X24V DC型号6ES7 326-1BK01-0AB0 共6块,用于采集现场急停按钮的信号。

(4) 数字量输出模块:SM326 DO16X24V DC 2A型号6ES7 326-2BF01-0AB0共4块,用于对CPU执行结果的输出。

(5) 以太网通信模块:CP343-1型号6GK7 343-1EX30-0XE0 1块,用于S7-300PLC与其他PLC和HMI服务器通信。

3.3 急停程序

(1) 把SCAL机组分为15个急停分区,为了满足工艺和生产要求,在设备附近的操作盘都需要设置急停按钮,以免发生意外状况尽快使其紧急停车。如图1所示

(2) 为保证人身及设备的绝对安全,急停信号与机组

线速度控制信号建立了必要的连锁,设计了严密的逻辑。急停系统的每个急停区域通过一个状态字和命令字与机组速度控制CPU进行数据交换。

3.4 机组基础自动化系统的网络拓扑结构

如图2所示

4 工程应用效果

此急停控制系统已成功应用在多条连续生产线,成功避免多次紧急事故,运行效果明显,有利地促进了生产,对连续生产线完成年生产指标做出了极大贡献。

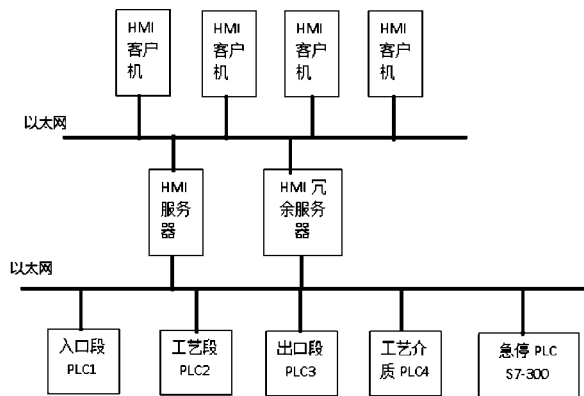


图2 SCAL以太网拓扑结构图

参考文献:

- [1] 燕立明,罗蕾.汽车电子操作系统存储保护机制的设计[J].计算机光盘软件与应用,2012(22):25-26+24.
- [2] 周文.虚拟数控铣床仿真实训系统的研究与实现[J].计算机光盘软件与应用,2012(23):9-11+5.

[作者简介] 张艳娥(1981-),电气工程师,主要从事电气系统设计和自动化系统编程调试工作。

(上接81页)

Rangayyan2. Computer-aided diagnosis of knee-joint via vibroarthrographics signal analysis: A review. 201-224,2010.

[2] Cai S, Wu Y, Xiang N, Zhong Z, He J, Shi L, Xu F. Detrending knee joint vibration signals with a cascade moving average filter. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2012 EMBC. 2012.

[3] M. Lu S. X. Cai Adaptive Noise Removal of knee Joint

Vibration Signals Using a Signal Power Error Minimization Method. 7th ICCCT 2012 1217- 1210, 2012.

[4] 吴云峰. 计算机智能技术与生物医学信号分析, 2008: 10-17.

[5] Y. F Wu, S. X. Cai, M. Lu, and S. Krishnan An artificial-neural-network-based multiple classifier system for knee-joint vibration signal classification. 3CA' 11, 2011.